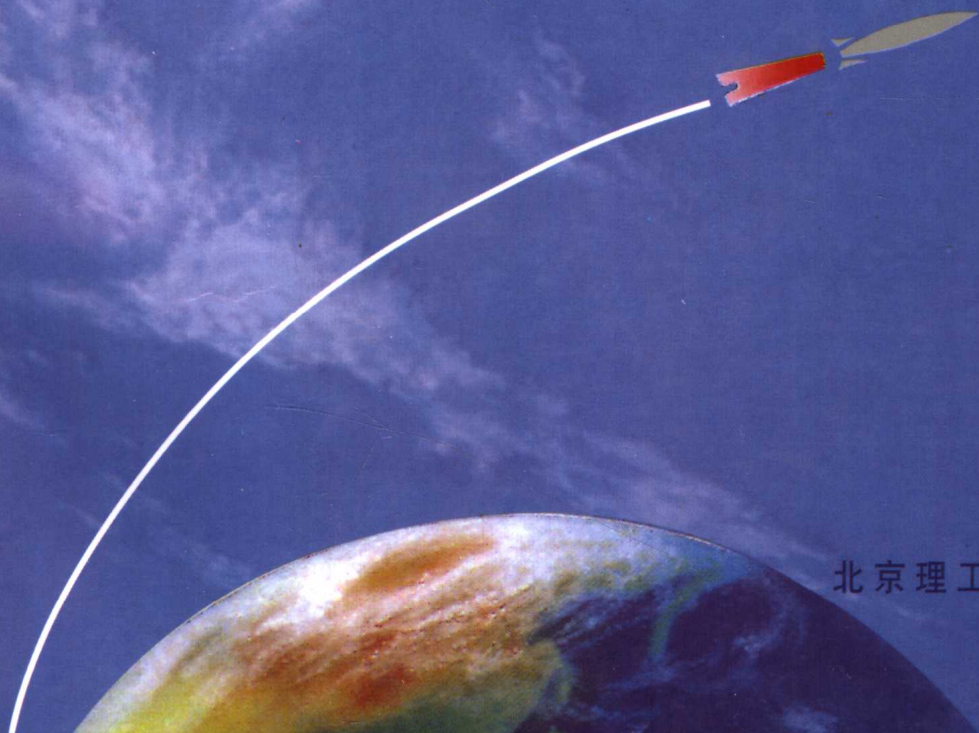


普通高等教育  
兵工类规划教材

# 火箭导弹 发射装置设计

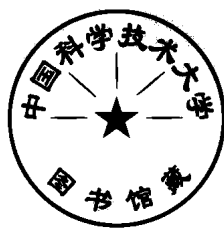
姚昌仁 张波 编著

北京理工大学出版社



# 火箭导弹发射装置设计

姚昌仁 张 波 编著



北京理工大学出版社

## 内 容 简 介

发射装置是发射火箭导弹的核心设备之一。本书系统地介绍了战术火箭与导弹倾斜发射的发射装置设计的基本理论与方法。全书共分八章,内容包括:武器研制过程与方法,总体设计、载荷分析、发射与瞄准性能参数计算、各重要部件(定向器、贮运发射箱、弹射器、瞄准机)和典型机构的设计等。

本书可作为高等院校有关专业的教学用书,也可供相关专业科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

火箭导弹发射装置设计/姚昌仁,张波编著. —北京:北京理工大学出版社,1998.9  
ISBN 7-81045-443-9

I. 火… II. ①姚… ②张… III. ①火箭发射装置-设计 ②导弹发射装置-设计  
IV. TJ768

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 16188 号

责任印制:刘季昌 责任校对:陈玉梅

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路7号)

邮政编码 100081 电话 (010)68912824

各地新华书店经售

国防科工委印刷厂印刷

\*

787毫米×1092毫米 16开本 20印张 485千字

1998年9月第1版 1998年9月第1次印刷

印数:1-1000册 定价:29.00元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

# 出版说明

在 21 世纪即将来临之际，根据兵器工业科技与经济发展对于人才素质和质的要求，兵器工业总公司教育局组织兵工专业教学指导委员会制定了《兵器工业总公司“九五”教材编写与出版规划》。在制定规划的过程中，我们力求贯彻国家教委关于“抓重点，出精品”的教材建设方针，根据面向 21 世纪军工专业课程体系和教学内容改革的总体思路，本着“提高质量，保证重点”的原则，精心遴选了在学校使用两遍以上，教学效果良好的部分讲义列入教材规划，兵工专业教学指导委员会的有关专家对于这些规划教材的编写大纲都进行了严格的审定。可以预计，这批“九五”规划教材的出版将促进兵工类专业教育质量的提高、教学改革的深化和兵器科学与技术的发展。

本教材由航天工业总公司三院 8359 所吕佐臣研究员主审。

殷切地希望广大读者和有关单位对本教材编审和出版中的缺点与不足给予批评指正。

一九九八年六月十七日

# 前 言

发射装置是火箭导弹武器系统的重要组成部分，其基本任务是发射火箭或导弹。发射装置的设计水平和制造质量直接影响火箭导弹发射的成败，影响武器系统的作战效能及载体（舰艇、飞机、车辆）的安全，还影响武器的费用-效能比。所以发射装置设计是导弹武器系统的核心内容之一。

发射装置的设计理论是设计发射装置时必备的基本知识。作者曾主编《导弹发射装置设计》一书，于1981年1月由国防工业出版社出版，在教学和产品研制工作中使用了10多年，受到广大读者的欢迎和热情支持，并于1987年获全国高等学校机电、兵工类专业优秀教材奖。

随着导弹发射技术的发展及现代战争对火箭导弹武器要求的提高，发射设备的设计方法和设计观点也有新的发展，因而大大提高了发射设备的设计水平，出现了新的发射方式和设备。为了适应新的形势，总结新的成果，满足广大读者的需要，我们在前书的基础上重新编写了本书。本书总结了前书长期使用的经验和读者的要求，保留了前书实用可靠、内容充实、突出专业、概括性强等特点。增加了较多的新内容，并重新调整了全书的章节结构。全书共分八章，内容包括：发射装置总体设计及与地面设备系统的协调关系；发射、运输、瞄准时的载荷分析；发射与瞄准性能计算；典型部件（定向器、贮运发射箱、弹射器、瞄准机）的设计方法。本书能较系统地反映发射装置设计的基本理论，较全面地反映国内外的新成果。

本书是高等学校有关专业本科生的教科书，也可供相关专业科技人员的参考。在阅读本书之前应具备导弹概论及发射装置构造方面的基本知识。

燃气流计算、发射动力学及弹射内弹道是发射装置设计中的重要课题。但这几方面的内容较多，需要一些较深的专门基础知识，根据兵工类专业教材编写出版计划，另有专著。本书只介绍部分概念及在发射装置设计中应用的实例，读者如果需要深入学习这几方面的知识，可选读有关专著。

本书由姚昌仁、张波编著，第六章、第七章由张波编写，其余由姚昌仁编写并负责全书统稿。由于作者水平有限，书中可能存在误漏及欠妥之处，请读者批评指正。

航天工业总公司三院八三五九所吕佐臣研究员仔细审查了本书，提出了许多宝贵的意见，对提高本书的质量有很大帮助，特此致谢。在编写过程中还得到张伯生研究员、郭春河高级工程师、郭建礼副教授、秦兵才高级工程师及其它许多同行们的大力支持，使本书能充实不少新内容，在此一并致谢。

编 者

1998. 3.

# 目 录

<b>第一章 发射装置研制过程和方法概述</b> .....	( 1 )
§ 1.1 武器装备研制过程 .....	( 1 )
1.1.1 武器装备的研制程序 .....	( 1 )
1.1.2 解决研制问题的逻辑步骤 .....	( 3 )
1.1.3 设计方法 .....	( 4 )
§ 1.2 地面设备总体设计概述 .....	( 5 )
1.2.1 地面设备的组成及功用 .....	( 5 )
1.2.2 总体方案设计的内容 .....	( 7 )
1.2.3 总体设计原则 .....	( 8 )
§ 1.3 弹-架系统动态优化设计过程.....	( 9 )
1.3.1 动态设计过程 .....	( 9 )
1.3.2 动态设计技术 .....	( 10 )
1.3.3 动力修改技术 .....	( 12 )
§ 1.4 发射装置的可靠性设计 .....	( 13 )
1.4.1 可靠性设计的意义 .....	( 13 )
1.4.2 可靠性特征 .....	( 14 )
1.4.3 可靠性预测 .....	( 15 )
1.4.4 可靠性指标的分配 .....	( 17 )
1.4.5 机械结构系统的一般设计程序 .....	( 18 )
1.4.6 可靠性试验与评估 .....	( 19 )
§ 1.5 发射装置的综合评价 .....	( 20 )
1.5.1 评价目标 .....	( 20 )
1.5.2 评价方法 .....	( 23 )
§ 1.6 发射装置的费用—效能分析 .....	( 28 )
1.6.1 基本概念 .....	( 28 )
1.6.2 费用—效能分析的一般原理 .....	( 29 )
1.6.3 费用估算方法 .....	( 30 )
<b>第二章 发射装置总体设计</b> .....	( 33 )
§ 2.1 发射装置的战术技术要求 .....	( 33 )
§ 2.2 发射方式选择 .....	( 34 )
2.2.1 发射方式分类 .....	( 34 )
2.2.2 发射动力选择 .....	( 35 )
2.2.3 发射姿态选择 .....	( 36 )
2.2.4 战斗部署选择 .....	( 37 )

§ 2.3 载运车辆方案选择 .....	( 37 )
2.3.1 对载运车辆的要求 .....	( 37 )
2.3.2 车辆型式选择 .....	( 38 )
2.3.3 车载发射装置的行驶性能计算 .....	( 40 )
§ 2.4 装弹方式选择 .....	( 47 )
2.4.1 装弹方案分类 .....	( 47 )
2.4.2 发射装置与装填设备之间的协调关系 .....	( 50 )
§ 2.5 车载发射装置的支承与调平方式选择 .....	( 50 )
2.5.1 支承方式 .....	( 50 )
2.5.2 手动转换调平系统 .....	( 51 )
2.5.3 自动转换调平系统 .....	( 52 )
§ 2.6 发射装置的总体布置 .....	( 57 )
2.6.1 概述 .....	( 57 )
2.6.2 舰载发射装置的总体布置 .....	( 57 )
2.6.3 车载发射装置的总体布置 .....	( 58 )
2.6.4 机载导弹的发射方式与在机上的配置 .....	( 59 )
<b>第三章 载荷分析</b> .....	( 62 )
§ 3.1 载荷的种类与计算状态 .....	( 62 )
3.1.1 静载荷与动载荷 .....	( 62 )
3.1.2 过载系数与动力系数 .....	( 63 )
3.1.3 计算状态 .....	( 64 )
§ 3.2 弹-架系统的坐标系 .....	( 64 )
3.2.1 坐标系的选择 .....	( 65 )
3.2.2 坐标系的变换 .....	( 66 )
§ 3.3 舰艇摇摆运动规律 .....	( 70 )
3.3.1 舰艇摇摆运动的一般知识 .....	( 70 )
3.3.2 舰艇绕质心的摇摆运动 .....	( 72 )
3.3.3 舰艇质心的轨圆运动 .....	( 74 )
§ 3.4 舰载发射装置的摇摆载荷 .....	( 75 )
3.4.1 舰上固定部件的惯性载荷 .....	( 75 )
3.4.2 瞄准部分的摇摆惯性载荷 .....	( 76 )
§ 3.5 导弹作用在发射装置上的载荷 .....	( 79 )
3.5.1 牵连运动引起的惯性载荷 .....	( 79 )
3.5.2 哥氏加速度引起的惯性力 .....	( 79 )
§ 3.6 自旋导弹的不平衡载荷 .....	( 81 )
§ 3.7 导轨不平直引起的惯性载荷 .....	( 83 )
3.7.1 弹在确定性不平导轨上运动时的动载荷 .....	( 83 )
3.7.2 弹在随机不平导轨上运动时的动载荷 .....	( 84 )

§ 3.8	发射装置路面运输时的振动载荷 .....	(86)
3.8.1	多自由度系统模型 .....	(87)
3.8.2	规则路面上行驶时的动态响应 .....	(88)
3.8.3	悬挂系统的最优设计 .....	(89)
3.8.4	随机路面上行驶时的动态响应 .....	(91)
3.8.5	振动载荷的简化分析 .....	(95)
§ 3.9	路面行驶时制动与转弯载荷 .....	(97)
3.9.1	制动时载荷 .....	(97)
3.9.2	转弯时载荷 .....	(98)
§ 3.10	机载导弹发射装置载荷分析 .....	(99)
3.10.1	飞机飞行和着陆时的受载情况 .....	(99)
3.10.2	载机飞行和着陆时发射装置的载荷 .....	(103)
§ 3.11	风载荷 .....	(105)
§ 3.12	核爆炸对发射装置的破坏作用 .....	(109)
3.12.1	冲击波的作用 .....	(109)
3.12.2	其它破坏因素的作用 .....	(111)
§ 3.13	燃气流的冲击载荷 .....	(112)
3.13.1	燃气射流的流动结构 .....	(112)
3.13.2	欠膨胀超音速射流初始段参数计算 .....	(115)
3.13.3	过膨胀轴对称超音速射流初始段参数计算 .....	(120)
3.13.4	射流过渡段计算 .....	(123)
3.13.5	射流基本段计算 .....	(124)
3.13.6	燃气流冲击力 .....	(125)
<b>第四章</b>	<b>发射性能参数计算 .....</b>	<b>(127)</b>
§ 4.1	火箭发射精度 .....	(127)
4.1.1	基本概念 .....	(127)
4.1.2	发射精度的影响因素 .....	(129)
4.1.3	影响初始扰动的因素 .....	(130)
4.1.4	影响飞行扰动的因素 .....	(131)
§ 4.2	刚性直轨发射时导弹滑离参数计算 .....	(131)
4.2.1	同时滑离时导弹的滑离参数 .....	(132)
4.2.2	不同时滑离时导弹的滑离参数 .....	(134)
4.2.3	运载体(舰艇、车辆)行驶时导弹滑离的绝对速度和方向 .....	(137)
4.2.4	运载体摇摆运动对导弹滑离参数的影响 .....	(138)
§ 4.3	螺旋导轨发射时火箭滑离参数计算 .....	(141)
4.3.1	滑离速度与转速 .....	(142)
4.3.2	火箭不同时滑离时的扰动参数 .....	(143)
§ 4.4	火箭导弹发射动力学分析 .....	(144)



4.4.1	弹-架系统动力学模型	(144)
4.4.2	弹-架系统振动的激励因素	(148)
4.4.3	弹-架系统初始扰动计算	(150)
4.4.4	瞬时滑离的初始扰动	(155)
4.4.5	发射时的振动载荷	(156)
§ 4.5	多联装火箭初始扰动计算	(158)
§ 4.6	火箭发射时初始扰动的可能域	(163)
4.6.1	基本概念	(163)
4.6.2	随机激励时系统初始扰动的可能域	(164)
4.6.3	弹-架系统物理参数随机变化对初始扰动的影响	(168)
<b>第五章</b>	<b>轨式定向器设计</b>	<b>(169)</b>
§ 5.1	概述	(169)
§ 5.2	直轨式定向器设计	(170)
5.2.1	定向器结构方案选择	(170)
5.2.2	导轨长度设计	(175)
5.2.3	定向器强度设计	(178)
§ 5.3	螺旋定向器设计	(180)
5.3.1	定向器螺旋角的确定	(180)
5.3.2	定向器长度与结构	(182)
§ 5.4	发射时的最小安全让开距离	(183)
5.4.1	导弹下沉量计算	(183)
5.4.2	定向器安全让开距离计算	(187)
§ 5.5	脱落插头与插拔机构	(187)
5.5.1	设计要求与产品验收技术条件	(188)
5.5.2	插头与插座设计	(189)
5.5.3	针式插头插拔机构设计	(190)
5.5.4	拉断式插头的插拔机构设计	(199)
5.5.5	剪断式插头的插拔机构	(201)
§ 5.6	闭锁挡弹器设计	(201)
5.6.1	闭锁挡弹器的功用	(201)
5.6.2	闭锁力的确定原则	(202)
5.6.3	闭锁挡弹器结构设计	(205)
<b>第六章</b>	<b>贮运发射箱设计</b>	<b>(209)</b>
§ 6.1	概述	(209)
6.1.1	贮运发射箱的特点和应用	(209)
6.1.2	贮运发射箱设计要求	(210)
§ 6.2	发射箱箱体设计	(211)

6.2.1	结构方案设计 .....	(211)
6.2.2	箱体结构设计 .....	(215)
§ 6.3	发射箱箱盖设计 .....	(217)
6.3.1	结构方案选择 .....	(217)
6.3.2	电动开盖机构设计 .....	(218)
6.3.3	易碎盖设计 .....	(220)
6.3.4	爆破式箱盖设计 .....	(222)
§ 6.4	发射箱隔热设计 .....	(223)
6.4.1	隔热设计的技术要求 .....	(223)
6.4.2	隔热体结构设计 .....	(224)
6.4.3	隔热体的传热计算 .....	(226)
§ 6.5	筒式发射适配器设计 .....	(228)
6.5.1	适配器的功用与型式 .....	(228)
6.5.2	适配器分离特性分析 .....	(230)
6.5.3	适配器振动特性分析 .....	(233)
<b>第七章</b>	<b>机载导弹的弹射装置设计</b> .....	<b>(236)</b>
§ 7.1	概述 .....	(236)
§ 7.2	弹射时导弹的分离方案 .....	(236)
§ 7.3	机载导弹弹射装置的一般原理 .....	(238)
7.3.1	导弹分离参数的确定 .....	(238)
7.3.2	机载弹射装置结构方案选择 .....	(239)
7.3.3	杠杆式弹射装置原理 .....	(240)
7.3.4	活塞式弹射装置原理 .....	(242)
§ 7.4	气动装置计算 .....	(244)
7.4.1	气源参数计算 .....	(244)
7.4.2	气动推力计算 .....	(245)
§ 7.5	火药气体动力装置计算 .....	(248)
7.5.1	火药燃气气源参数计算 .....	(248)
7.5.2	火药气体传动的动力学参数 .....	(248)
§ 7.6	弹射装置动力学研究 .....	(251)
7.6.1	气动弹射系统的运动分析 .....	(251)
7.6.2	弹射系统动力学方程的建立 .....	(254)
7.6.3	气缸弹射力的计算 .....	(257)
7.6.4	动力学方程求解说明 .....	(259)
§ 7.7	导弹弹射装置的闭锁与开锁力计算 .....	(261)
<b>第八章</b>	<b>瞄准机构设计</b> .....	<b>(264)</b>
§ 8.1	瞄准机设计要求与结构型式 .....	(264)

8.1.1	设计要求	(264)
8.1.2	结构型式	(266)
§ 8.2	陆基发射的瞄准运动规律	(267)
8.2.1	导弹杀伤区与发射区	(267)
8.2.2	调转运动规律	(269)
8.2.3	跟踪瞄准运动规律	(270)
§ 8.3	舰艇摇摆时瞄准运动规律	(271)
8.3.1	实现目标跟踪瞄准的条件	(271)
8.3.2	对快速活动目标跟踪瞄准时的速度	(274)
8.3.3	对固定目标瞄准时的跟踪速度	(279)
§ 8.4	瞄准机的动载荷	(282)
8.4.1	瞄准机的动力学模型	(282)
8.4.2	动载荷	(286)
§ 8.5	齿轮式瞄准机传动系统设计	(287)
8.5.1	传动比的确定	(287)
8.5.2	传动级数选择与各级传动比分配	(288)
8.5.3	原动机的驱动功率选择	(289)
§ 8.6	平衡机设计	(290)
8.6.1	平衡力矩的确定	(290)
8.6.2	平衡机结构设计	(292)
§ 8.7	滚动回转支承座受力分析	(293)
8.7.1	概述	(293)
8.7.2	简单回转支承座受力分析	(294)
8.7.3	半万能回转支承座受力分析	(301)
8.7.4	立轴滚动轴承受力分析	(304)
8.7.5	万能式回转支承座受力分析	(305)
§ 8.8	回转支承座结构设计	(305)
8.8.1	强度计算	(305)
8.8.2	结构参数确定	(306)
§ 8.9	回转支承座旋转阻力矩计算	(307)
<b>参考文献</b>		(309)

# 第一章 发射装置研制过程和方法概述

## § 1.1 武器装备研制过程

武器装备的研制工作是一个由时间维、逻辑维和方法维组成的三维过程。时间维反映按时间顺序的研制程序，逻辑维是解决问题的逻辑步骤，方法维列出研制过程中各种思维和工作方法。研制过程中的每一个行为都反应这三维空间中的一点，见图 1.1。我们应从这三个方面深入分析和研究其规律。

### 1.1.1 武器装备的研制程序

和其它常规武器一样，研制新型、改进型或仿制型的弹箭地面设备时，一般分为论证阶段、方案阶段、工程研制阶段、设计定型阶段和生产定型阶段。各阶段有明确的任务、要求和特点，每个阶段的工作达到要求后，方可转入下阶段工作。见表 1.1。

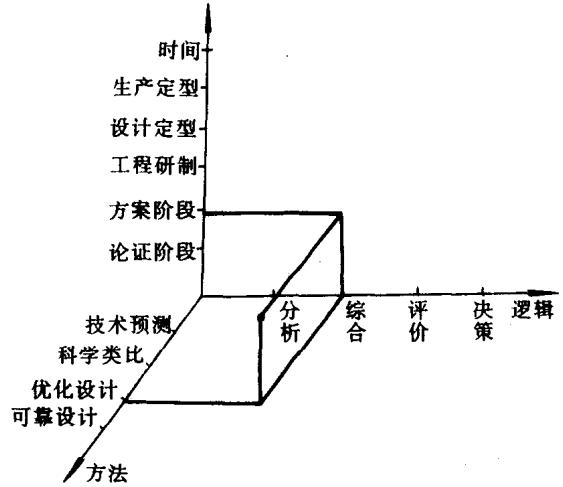


图 1.1 装备研制过程

论证阶段。进行需求调查与预测，组织经济技术论证，确定战术技术指标，作为设计、评价、决策的依据。战术技术指标的主要内容包括：作战使命任务及作战对象；主要战术技术指标及使用要求；系统组成及主要配套设备的初步要求；研制周期要求。而论证报告应包括下列内容：武器系统在未来作战中的地位、作用、使命任务和作战对象分析；国内外同类武器现状、发展趋势及对比分析；主要战术技术指标确定的原则和计算，及实现可能性分析；研制周期及经费估算；装备编制设想；任务落实的措施和建议。

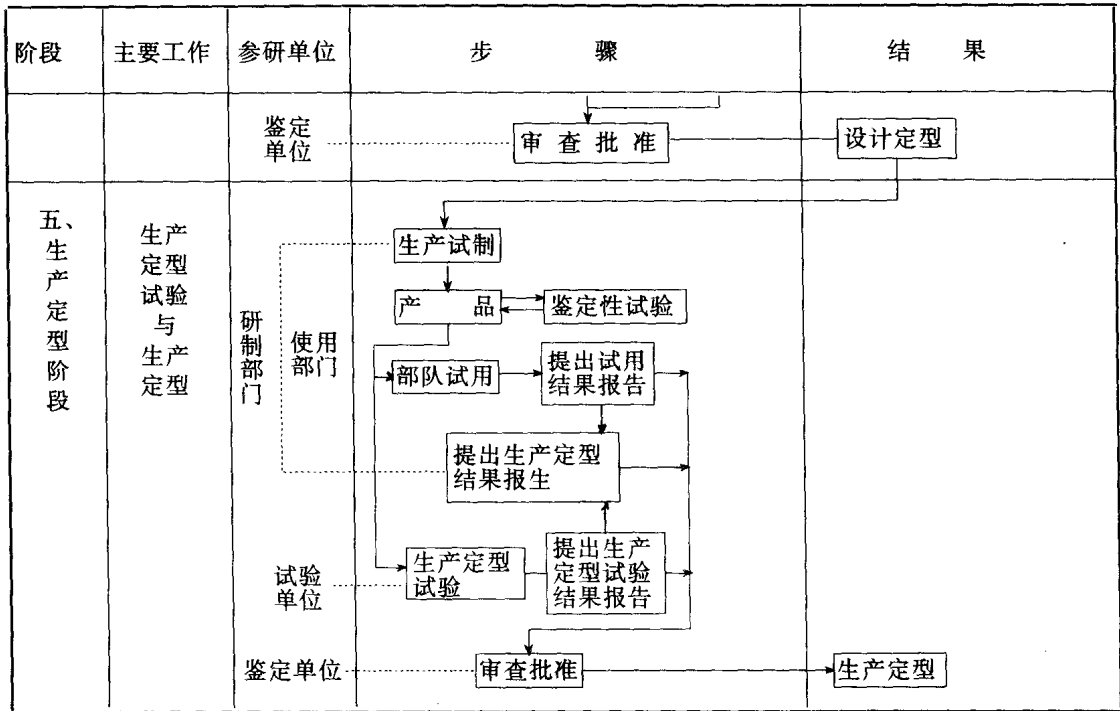
方案阶段。首先选定研制单位，随后组织研制方案论证、原理性方案研制与试验。在关键技术已解决，研制方案切实可行的基础上编制“研制任务书”。主要内容包括：主要战术技术指标及使用要求；生产定点及关键材料、元器件、配套产品的安排；总进度与分进度安排；研制经费预算；产品成本与价格估算；试制、试验任务的分工和需补充的条件。研制方案论证报告的内容包括：技术方案，武器系统组成及主要战术技术指标和使用要求说明；质量及可靠性的控制措施；标准化和测试、计量措施；产品成本与价格估算。

工程研制阶段。由设计和试制单位根据“研制任务书”的要求进行设计、试制及必要的科研攻关试验，确定设计方案，完成产品试制。进而组织鉴定性试验，使产品具备设计定型条件。设计定型试验申请报告由设计试制单位或主管研制部门提出，主管定型的部门审批。一般还应征求使用部门意见。

表 1.1 武器装备研制程序

阶段	主要工作	参研单位	步 骤	结 果
			中长期研制计划	
一、论证阶段	战术技术指标可行性论证	使用部门 上级领导	战术技术指标论证 提出战术技术指标论证报告 审查上报或批准下达	战术技术指标
二、方案阶段	方案论证、方案设计 及原理性样机研制试验	使用部门 研制部门 上级领导	选定研制方案、单位 研制方案论证，原理样机研制与试验，方案审定 编制研制任务书并附论证报告 批准或上报 审批、下达	研制任务书
三、工程研制阶段	设计、试制与鉴定试验	研制部门 试验部门 鉴定单位	武器装备设计 科 研 试 验 试 制 鉴定性试验 会同使用、研制部门拟定设计定型试验大纲 提出设计定型试验申请报告 审查批准	产品
四、设计定型阶段	设计定型试验与设计定型	使用、研制、试验部门	设计定型试验大纲 设计定型试验 部 队 试 验 基 地 试 验 提出部队试验报告 提出部队试验报告 提出设计定型申请报告	

续表



设计定型阶段。设计定型是国家对武器性能进行全面考核，确认是否达到研制任务书要求的主要形式。由研制、使用、试验部门共同拟定设计定型试验大纲，根据大纲进行试验。并整理全套定型资料，包括：基地试验报告、部队试验报告、申请设计定型报告、研制工作总结、全套设计图纸及技术文件，还有质量报告、标准化报告、成本分析报告、物资供应报告等等。最后召开设计定型会议进行鉴定，报上级领导部门批准，即可转入批量生产。

生产定型阶段。生产定型是国家对武器批量生产条件进行全面考核，确认是否符合批量生产标准的主要形式。

### 1.1.2 解决研制问题的逻辑步骤

产品研制要解决的是复杂的多解问题，解决此类问题的逻辑步骤是分析、综合、评价与决策。在分析研制产品的要求及约束条件的前提下，综合搜索多种解法，最后通过评价和决策筛选出符合目标要求的最佳结果。

一切设计都是为了满足客观需求。没有需求就没有功能要求，也就没有设计所要解决的问题与约束条件，设计也就不存在了。所以设计从分析需求开始，由需求分析明确产品的功能与要求，作为解决问题的前提。

分析还包括信息的收集处理工作，这些信息与所要解决的问题直接相关。例如：战场需求所提出的产品功能、性能、质量、数量等等具体要求；同类产品的现状及发展趋势；解决问题的技术手段与水平；配套设备、元器件、原材料的现状、价格与变化趋势；费用与周期……。通过分析研究，获得尽可能多的方案，以便满足功能要求，这就是综合过程。

评价过程是用科学方法按评价准则对各种方案进行比较和评定。此外，通过评价还能针

对方案的弱点提出改进意见，优化产品性能。

决策是在评价的基础上，根据设计目标选定最佳方案。

通过分析和综合，获得尽可能多的方案，然后进行评价，从中选择合理方案，这是工程设计的基本步骤。在设计的每一阶段要反复多次地运用这种逻辑方法才有可能得到较理想的结果。

### 1.1.3 设计方法

为了完成设计任务，在每一具体设计阶段，必须采用先进的技术及相应的设计方法，以解决一系列具体问题。无论是传统方法还是现代方法只要能满足需要，行之有效即可。下述方法用的较普遍，可以选用。

#### 1. 技术预测法

是在设计前根据已知资料预测设计对象在今后某阶段内的发展动向。设计过程的第一步应采用技术预测法，以便准确的决策设计的近期、中期或长期的技术动向与需要，并取得必要的数据库。

#### 2. 科学类比法

在技术预测决策以后，收集有关信息与对象，用类比取得有用的、可借鉴的内容。经过类比法的推理后，我们对设计对象就有了初步认识，就明确了各子系统的相互依存关系，即可进行系统分析设计。

#### 3. 系统分析设计法

类比以后，大致可确定设计的对象有什么样的系统与结构，然后对总系统、子系统与构成子系统的元素进行分析与综合，确定每一元素或子系的输入（要求）与输出（功能），二者在子系统中如何转换等等。在设计中把任何系统都看作是特定功能的、相互有机联系的一个有序性整体，通过边界与周围系统分离，通过输入与输出信号与周围联系。

#### 4. 逻辑设计法

是用逻辑数学模型与逻辑符号模型进行系统设计的一种方法，对设计对象的各组成部分，通过逻辑分析与运算来确定相互间的依存与制约关系，形成符合总功能要求的总系统。

#### 5. 信号分析法

这是科学地取得与确定设计参数的方法。人们在设计过程中可从不同的资料或大量试验中得到信息，这些信息互不相同，甚至有很大差别。利用信号分析法对信息进行分析，从中获得我们所需要的合理参数，使参数更接近真值的理性规律。

#### 6. 相似设计法

这是利用同类事物间静态与动态的相似性，根据样机或模型得到新设计对象的参数的一种科学类比法。利用相似法可以求得设计参数、数学模型与动态响应。

## 7. 模拟设计法

是利用异类事物间的相似性进行设计的科学类比法。有数学模拟、物理模拟、功能模拟、甚至智能模拟。

## 8. 优化设计法

是指在给定方案中利用各种数学优选法进行参数计算的方法。采用优化设计可使设计参数最符合约束条件与目标函数。

## 9. 可靠性设计法

可靠性是指系统在规定的时间内和一定使用条件下保持工作效能的一种能力。这种能力用概率来表示，即可靠度。可靠性设计所讨论的问题实际上是为了保证工程设计的可靠性而采取的一系列分析与设计技术。在设计生产阶段赋予产品固有的可靠性，使用维护阶段保证产品实际达到可靠性水平。产品设计生产阶段的工作有：可靠性预测与分配；可靠性分析；可靠性试验与评估。

## 10. 动态分析设计法

是考虑动态环境、用动态分析技术所进行的设计。动态分析技术是研究各种输入信号和在干扰作用下，系统的输出规律，以实现局部优化，进而控制作用于系统上的信息和能量，校正、预测和设计研究对象的组成环节，使系统在动态情况下能顺利完成预定的功能。

上述各种设计方法，并不是任何一个系统的设计均需采用，也不是每一个零部件或子系统均能采用，应当根据需要决定何种方法。

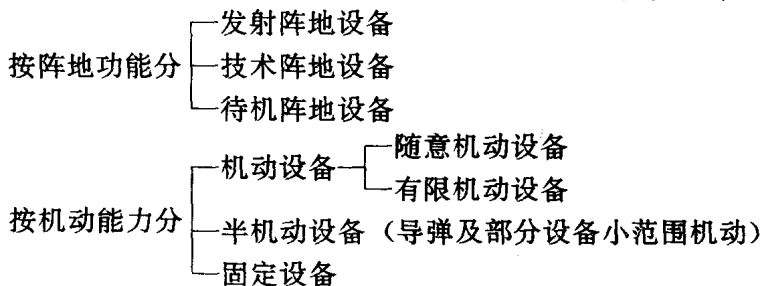
# § 1.2 地面设备总体设计概述

## 1.2.1 地面设备的组成及功用

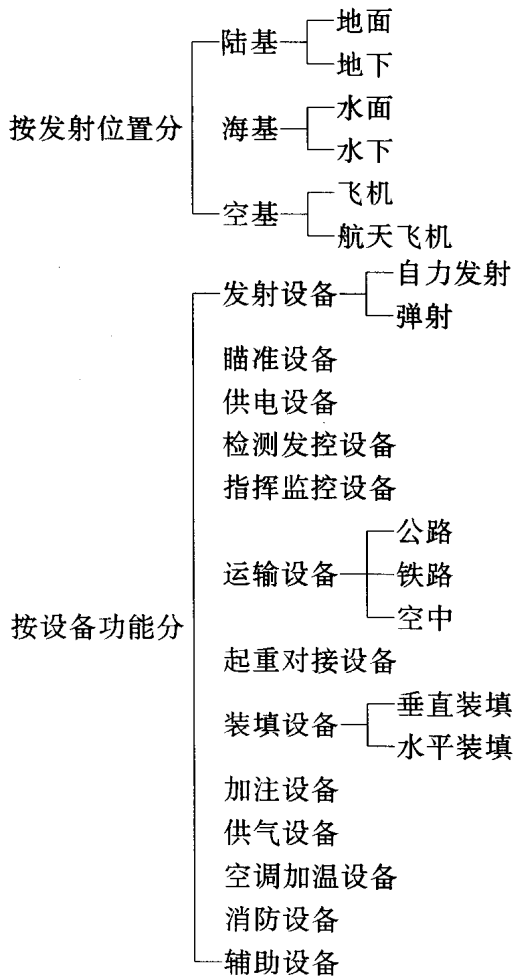
地面设备是完成导弹射前准备与发射工作所使用的各种专用设备的总称。它的类型很多，组成、结构和性能的差异极大，通常都是多种设备组成的复杂系统。

### 1. 按导弹类型及发射方式分类

地面设备的组成取决于导弹类型及发射方式，其分类如下：







## 2. 地面设备

(1) 发射设备。是地面设备中最基本的设备，任何一种火箭或导弹都有这一设备。主要功能是支撑和发射导弹，根据需要还完成导弹的俯仰及方位瞄准，或垂直度的调整。

(2) 装填设备。用于将导弹装入发射装置中，或将带弹的发射箱装于发射装置之中。

(3) 地面瞄准设备。用于定位定向、赋予导弹精确的发射方向。

(4) 供电设备。给导弹发射准备和发射过程的测试、发射控制和地面设备的操作提供电源，包括直流电源、交流电源和配电设备。

(5) 供气设备。给弹及其它设备提供高压气源，用于导弹的测试和发射。

(6) 检测发控设备。用于导弹发射前的全面检查测试，导弹发射时的控制及实施发射。

(7) 运输设备。完成导弹系统各组成部分的运输任务，包括从贮存地运到作战地区，在作战区内的转移。

(8) 加注设备。完成液体导弹推进剂的运输、贮存和向导弹贮箱的加注任务。

(9) 起重对接设备。完成导弹、弹头及其它设备从一种运输工具转载到另一种设备上的任务。

(10) 消防设备。是安全通用设备，用于扑灭意外火灾及清洗设备。